Lane Medical Library

Ueber
das Vorkommen von Flimmerepithel
im
Centralorgan des Nervensystems.

Inaugural-Dissertation
der
hohen philosophischen Fakultät
der
Universität Bern
zur
Erlangung der Doktorwürde
vorgelegt
von

Hans Richter
aus Berlin.

Aus d. pathol. Anstalt des
„Städt. Krankenhauses am Urban“
(Prof. Dr. Benda)

BERLIN.
Druck von E. Ebering.
Mittelstrasse 29.

Von der philosophischen Fakultät auf Antrag des Herrn Prof. Dr. Studer angenommen.

Bern, den 27. Februar 1904.

Der Dekan:
Prof. Dr. Haag.

Meiner teuren Mutter

in Liebe und Dankbarkeit

gewidmet.

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA40153505_0099

I.

Historischer Ueberblick.

In seiner Arbeit „Ueber neue Darstellungsmethoden der Centralkörper und die Verwandtschaft der Basalkörper der Cilien mit Centralkörpern" schildert Benda (4) die Uebergänge von Centralkörpern zu Basalkörpern, indem er als Ausgangspunkt seiner Untersuchungen die Flimmerzellen der Höhlen des Centralnervensystems wählt. Insbesondere beschäftigt er sich mit der Genese der Basalkörper. Bei Tieren konnte er ziemlich regelmässig Flimmerbesatz mit Centralkörpern nachweisen, beim Menschen dagegen traten solche Flimmerzellen häufig im Ependym der Hirnventrikel, seltener dagegen im Rückenmarkskanal auf.

Diese Idee der Identität zwischen Central- und Basalkörpern war zuerst von Lenhossek (27,29) und Henneguy (23) ausgesprochen worden, und Benda (4) versuchte nun diese Idee durch obige Arbeit zu stützen. Henneguy (23) war von der Voraussetzung ausgegangen, dass bei gewissen Epithelzellen (Spermatozyten der Lepitopteren) mehrere Centralkörper vorkommen und hatte darin einen weiteren Beleg dafür gesehen, dass die Basalkörper aus Centralkörpern durch Vermehrung entstehen also Centralkörper sind.

v. Lenhossek hatte seine Beobachtungen vorwiegend am Nebenhoden von Kaninchen und Ratte

gemacht und hier das Nebeneinanderliegen von Flimmerzellen und flimmerlosen Zellen gefunden. Bei letzteren fand er die Centralkörper genau an der Stelle wie bei ersteren die Basalkörper und kam zu dem Schluss, besonders da beide gleiche Tingirbarkeit haben, dass die Basalkörper aus den Centralkörpern hervorgegangen seien.

Mit dieser Lehre beschäftigt sich neuerdings auch Joseph (51) in einer 1902 erschienenen Arbeit mit dem Endresultat, dass ihre Giltigkeit nach wie vor weiter besteht, da sämtliche dagegen vorgebrachten Gründe sich als nicht stichhaltig erwiesen haben. Maier (52) dagegen war in einer fast gleichzeitig erschienenen Arbeit zu einem entgegengesetzten Resultat gekommen. Durch seine Studien und durch die Untersuchungen Gurwitsch's (19) glaubte er die Hypothese von der centrosomalen Entstehung der Basalkörper für die Flimmerzellen endgültig widerlegt. Nach Joseph (51) jedoch kann man den Maier'schen (52) Schlussfolgerungen keine beweisführende Kraft in dieser Frage beilegen, da die Ciliatenzelle eine ganz isolierte Stellung einnimmt und nicht mit der Metazoenzelle zu homologisieren ist.

Mit der v. Lenhossek-Henneguy-Benda'schen Theorie setzt sich vor allem Fuchs (14) in Widerspruch, indem er letztere in einem Vortrag „Ueber das Ependym" angriff. Fuchs (14) konstruiert einen Gegensatz zwischen Basal- und Centralkörpern, ausgehend von den Epithelzellen des Rückenmarkkanals. Er kommt zu dem Resultat, dass echtes Flimmerepithel nicht vorkommt; wohl fänden sich Centralkörper nahe der Zellwand, auch ragten Fortsätze in die Höhe, doch fänden sich nirgends Spuren von Basalkörpern auch nicht von Flimmern. Fuchs (14) bezeichnet nun diese

Zellen, welche durch ihren plasmatischen Fortsatz den Eindruck von Flimmerzellen hervorrufen, als unechte Flimmerzellen oder Hygrophoren, welche mit der Sekretion zusammenhingen.

Damit tritt nun Fuchs (14) alledem entgegen was bisher über die Natur des Centralkanals bekannt war. Die Anschauung, dass es sich hier um echtes Flimmerepithel handelt, ist so alt, dass es die modernen Autoren in ihren Lehrbüchern kaum der Mühe für wert gehalten haben, auf diese Frage näher einzugehen, sie übernahmen sie als eine feste Anschauung. So erwähnt auch A. Kölliker in seinem Handbuch der Gewebelehre, 6. Auflage, Leipzig 1896, 2. Band Seite 64, nur ganz kurz das Flimmerepithel des Centralkanals. Auch Stoehr spricht in seinem Lehrbuch der Histologie Seite 50 von einfachem Flimmerepithel im Centralkanal des Rückenmarkes. Dementsprechend findet man bezüglich des Rückenmarkkanals die meiste Aufklärung in älteren Schriften. Ich verweise unr auf Valentins (47) Aufsatz in Wagners Handwörterbuch der Physiologie, auf Virchow und auf A. Kölliker: „Vorläufige Mitteilungen über den Bau des Rückenmarks bei niederen Wirbeltieren“ in der „Zeitschrift für wissenschaftliche Zoologie“, Band 9 Seite 8, 1858, der darin einfach nur von dem flimmernden Centralkanal im Rückenmark des Frosches spricht.

Die allgemeine Ansicht, dass Flimmerepithel im Centralkanal vorhanden sei teilt auch Benda (14). Er gab seiner Meinung in der auf dem Fuchs'schen (14) Vortrag folgenden Diskussion dahin Ausdruck, dass man den Epithelzellen des Centralkanals ihre Flimmernatur deshalb nicht absprechen dürfe, weil man die Funktion dieser Wimperzellen nicht begreifen könne,

es genüge die Anwesenheit von Basalkörperchen, um Zellen als Wimperzellen anzusehen. Benda (14) wurde dabei von v. Lenhossek (14) unterstützt, der hervorhob, dass im vorliegenden Falle das Fehlen von Flimmerzellen wohl auf schlechten Konservierungszustand des Materials zurückzuführen sei. Er habe immer Basalkörper, wenn auch manchmal in rudimentärer Form, gesehen.

Benda geht auch zur Entscheidung der Frage von der Voraussetzung aus, dass man alle diejenigen Zellen als Flimmerzellen bezeichnen müsse die flimmern; es ist ja wohl nichts natürlicher als dieser Ausspruch, aber wenn in Betracht gezogen wird, dass man es meist mit konserviertem Material zu tun hat, bei dem später die Flimmern schwer dargestellt werden können, und die man in ihrer Funktion nicht sehen kann, so ist es gut, dass man sich einmal darüber klar wird welche Strukturverhältnisse eine Zelle nach der jetzt gültigen Auffassung aufweisen muss, um als Flimmerzelle zu gelten, umsomehr als ja auch Fuchs (14) zwischen echten und unechten Flimmerzellen unterscheidet.

Nach Fuchs ist es ein unerlässliches Kriterium für eine Flimmerzelle, dass sie Basalkörper besitze. Er beobachtete sie intra vitam; das Vorkommen von Centralkörpern beweise nichts, dieselben müsse man als morphologische Bestandteile eines jeden Zellleibes, die Basalkörper dagegen nur als die der Flimmerzellen ansehen. Bei den Fuchs'schen echten Flimmerzellen kommen Centralkörper und Basalkörper vor, und ein Zusammenhang zwischen beiden ist nicht nachweisbar.

Der springende Punkt der ganzen Frage ist nun der geworden ob sich einerseits ein Zusammenhang zwischen Central- und Basalkörpern herstellen lässt oder nicht. Ist ersteres der Fall, so wird noch zu ent-

scheiden sein, ob die Centralkörper teilweise mit den Basalkörpern identisch sind indem dann nur eine von beiden Bildungen vorhanden zu sein braucht. Wenn beide vorhanden sind muss sich wenigstens eine Wechselbeziehung durch die Bestandteile des Flimmerapparates herstellen lassen. Auf jeden Fall spielt die Frage eine Rolle, ob Centralkörper in Flimmerzellen vorkommen oder nicht.

v. Lenhossek (27,29) konnte in keiner der von ihm untersuchten Flimmerzellenart Centralkörper nachweisen. Auch Heidenhain (21) und Fürst (15) glaubten diese Frage verneinen zu müssen. Allen diesen stehen jedoch eine Reihe von Autoren gegenüber, die Centralkörper oder doch wenigstens Mitosen in Flimmerzellen beobachtet haben. Es sind dies hauptsächlich Hammar (20), Studniczka (42—46), Fischel (11), Henry (24), Benda (4), Gurwitsch (17,18) und Apathy (1). Das Nichtbemerktwerden von Centrosomen in Flimmerzellen deutet nun Maier (52) hauptsächlich so, dass sie häufig von den Basalkörpern verdeckt werden. Duch den Nachweis von Centrosomen in Flimmerzellen erleidet nach Maier (52) die v. Lenhossek (27,29) -Henneguy'sche (23) Hypothese den Hauptstoss. Die Ciliaten besässen zwar kein Centrosom, doch träten bei ihnen so deutliche mitotische Erscheinungen auf, dass ein anderer Kernteil die Stelle des Centrosoms ersetzen müsse.

Wie schon oben erwähnt, nahm Benda (4) die v. Lenhossek (27,29) -Henneguy'sche (23) Idee an und suchte sie zu stützen. Da ersterer gerade die Methoden, deren sich Fuchs (14) bediente zu seiner Beweisführung als für diese Zwecke schon früher für ungenügend erklärt hatte, einem Urteil, welchem sich auch v. Lenhossek anschloss, dagegen andere an-

führte, die es ihm ermöglichten einen Beweis für seine Meinung zu liefern, so dürfte es wohl angebracht sein, die Fragen über die spezifisch morphologischen Bestandteile des Flimmerapparates noch einmal des genaueren zu beleuchten. Auf Anraten des Herrn Professor Dr. Benda wählte ich gerade das Centralnervensystem als Untersuchungsobjekt, um gleichzeitig zur Klärung der Frage mit beizutragen ob eine so alte Meinung wie die über das Epithel des Rückenmarkkanals auf vollständig falscher Voraussetzung beruht oder nicht.

Eine Hauptaufgabe ist es für mich gewesen, da mir konserviertes und frisches Material zu Gebote stand, gleichzeitig auch die Frage nach den etwaigen Wechselbeziehungen zwischen Centralkörperchen und Basalkörperchen zu lösen zu versuchen. Auch nahm ich gleich die Gelegenheit wahr, dabei die Strukturverhältnisse des Ependyms bei mehreren Tierformen zu untersuchen, um gewissermassen eine Grundlage für spätere anatomisch vergleichende Studien zu geben.

II.

Material und Methoden der Untersuchung.

Untersucht wurden Gehirn und Rückenmark von homo, mus musculus (varietas alba), cavia cobaya, columba domestica, lacerta vivipara, rana esculenta, perca fluviatilis.

Vom Menschen standen mir Präparate zur Verfügung, welche auf Veranlassung von Herrn Professor Dr. Benda von Herrn Dr. Salamann aus London her-

gestellt wurden, und über die ich hier einige vorläufige Mitteilungen machen darf. Ich untersuchte die Ventrikel, Rautengrube und die Medulla. Von der Wirbelsäule wurden Teile des Hals-, Brust- und Lendenmarks herauspräpariert.

Die Stücke wurden in 93 % Alkohol getan und darin je nach der Dicke 24 bis 48 Stunden belassen. Um Verletzungen des Rückenmarks und damit des Centralkanals zu vermeiden ist es empfehlenswert zuerst nicht allzu kleine Stücke zu nehmen und die weitere Zerschneidung erst dann zu bewirken, wenn die Stücke eine gewisse Festigkeit erlangt haben. Letztere kamen dann in eine 10 prozentige Lösung von Salpertersäure, um nach 24 Stunden, ohne dass sie abgewaschen wurden, in Müller'sche Lösung übergeführt zu werden. Ich versuchte es bei einzelnen Stücken auch mit Kalium bicromat, erreichte aber, wie ich dann später sah, nicht die klaren Bilder wie mit der Müller'schen Lösung, weshalb ich letztere dann fast ausschliesslich anwandte. Nach Verlauf von zwei Tagen wurden die Präparate tüchtig gewässert, gehärtet und eingebettet. Zu letzterem Zwecke wurden die aus dem absolutem Alkohol genommenen Stücke teils mit Xylol, teils mit Chloroform und mit Creosot behandelt. Da sich aber herausstellte, dass das Creosot allen Anforderungen entsprechende Präparate gab, so wurde es zuletzt ausschliesslich in Anwendung gebracht. Es empfiehlt sich dabei um Schrumpfungen zu vermeiden die Stücke aus dem absolutem Alkohol erst in eine Mischung von absolutem Alkohol und Creosot zu gleichen Teilen zu bringen. Demnächst gelangten die Stücke in eine Mischung von weichem Paraffin und Benzin 1 : 1, eine Methode, die in dem Benda'schen Laboratorium mit grossem Erfolge angewandt wird Dort verblieben sie einen Tag

und wurden dann wiederum einen Tag lang im offenen Gefäss im Wärmeofen belassen damit das Benzin verdunsten konnte. Nachdem die Präparate dann noch einige Stunden in geschmolzenem, harten Paraffin gelegen hatten wurden sie eingebettet und geschnitten.

Gefärbt wurden nicht die Stücke, sondern die Schnitte, und zwar 1. nach der modifizierten Weigert'schen Gliamethode. 2. mit Eisenalizarin und Toluidinblau, 3. mit Eisen-Haematoxylin.

Bei der Färbung 1 hat sich ergeben. dass das Belassen in Krystallviolett (bestehend aus Anilinwasser und Salzsäure) meist bis zu 3 Minuten ausgedehnt werden musste, auch ist es nötig, dass die Differenzierung der vollständig trockenen Schritte mit Anilinöl-Xylol aa peinlich überwacht wird, da ein zu langes Liegen, nachdem keine Farbwolken mehr aufgestiegen sind, ein Verschwinden der Färbung verursacht. Bei dem Jodjodkali ist darauf zu achten, dass dessen Einwirkung nie länger als eine Minute dauert. Bei dieser Färbung werden die Kerne blau, die Flimmern mattbläulich, die Centralkörper blau, die Gliafasern blau und das Protoplasma mattblau.

Die Eisenalizarin-Toluidin Blaufärbung wurde gegenüber der von Lewy (53) veröffentlichten Methode dahin abgeändert. dass noch eine Differenzierung im Creosot vorgenommen wurde weil sich damit wesentlich schneller arbeiten liess; eine häufige Kontrolle ist jedoch notwendig. Diese Anregung verdanke ich Herrn Professor Dr. Benda, der bekanntlich diese ganze Alizarin-Toluidin Methode in die mikroskopische Technik eingeführt hat. Auch absoluter Alkohol ist zur schnelleren Differenzierung zu verwenden, jedoch habe ich in allen Fällen die Präparate vor der eigentlichen Differen-

zierung in einer dünnen 1 % Essigsäurenlösung abgespült. Hier färbt sich im Gegensatz zu der ersten Methode das Protoplasma kupferrot.

Zur Methode 3 bemerke ich, dass ich die Einwirkung des gelben Haematoxylins in schwächster Lösung auf den Zeitraum eines Tages ausdehnte. Diese von Benda modifizierte Methode halte ich in dieser Form für die einfachste und sicherste. Beim Differenzieren mit dem Weigert'schen Boraxblutlaugengemisch ist selbstverständlich grosse Vorsicht geboten.

Ausser an gefärbtem Material machte ich noch an frischem meine Untersuchungen, und zwar in Gemeinschaft mit Professor Benda, indem ich von der Voraussetzung ausging, dass echtes Flimmerepithel sich durch seine Flimmerbewegung verraten müsse. Es standen mir zu diesem Zwecke sowohl menschliche Föten wie neugeborene Kinder zur Verfügung, von denen ca. 24 Stunden nach dem Tode die Rautengrube und Hirnventrikel untersucht wurden. Das Ependym wurde vorsichtig abgelöst und in physiologischer Kochsalzlösung untersucht. Beim Meerschwein, Taube und Frosch lagen die Verhältnisse insofern günstiger, als die Untersuchung sofort nach dem Tode angestellt werden konnte. Die vorhandene Flimmerbewegung wurde durch 1 % Chromsäure zum Stehen gebracht, worauf die Cilien studiert werden konnten, jedoch verschwanden dieselben bald, da sie wahrscheinlich infolge Einwirkung der Chromsäure mit der Epitheloberfläche verklebten. Eine Konservierung der Cilien auf diese Weise gelang mir allerdings nicht, ebensowenig wie mit konzentrierter Sublimatlösung. Vom Frosch wurde ausserdem noch der Plexus choroideus untersucht. Bei allen diesen Untersuchungen ist auf absolute Reinheit der Kochsalz-

lösung zu achten, da sich mit Vorliebe darin Ciliaten ansiedeln, die dann leicht durch Strudelbewegung ein falsches Bild vortäuschen können. Zum Vergleich dieser Flimmerbewegung wurden dann noch die Mantelränder von Anodonta und Opalina ranarum im Leben untersucht.

III.

Eigene Untersuchungen.

a) Centralkanal.

1. Mensch.

Betrachten wir uns zuerst ein Präparat, welches aus dem Rückenmark des Menschen stammt, so zeigt sich hier der Centralkanal als ein langer, schlitzförmiger Spalt. Ersterer hat nach unten zu eine gerade Basis, nach oben spitzen sich die Seitenränder konisch zu und sind dort an der Stelle wo der Schlitz aufhört durch eine Linie von 0.03 mm Länge verbunden. Der ganze Schlitz stellt demnach ein Trapez dar, nur zeigen die Längsseiten ungefähr auf $^1/_3$ nach der grossen abgestutzten Stelle zu jederseits eine Ausbuchtung. Bei schwacher Vergrösserung ist der Innenraum durch eine scharfe dunkle Linie gegen das Ependym abgegrenzt, darauf folgt ein Kranz mehr oder weniger lang gestreckter Epithelzellen die, an der dunklen Linie beginnend, sich mehr oder weniger weit in die Substanz des Rückenmarkes hineinerstrecken. Bei dieser schwachen Vergrösserung fällt es schon auf, dass an den

schmalen Kanten des Trapezes die Zellen am längsten sind, von dort aus an den Längsseiten entlang ziehend immer kürzer werden und immer mehr auseinanderweichen; an einzelnen Stellen, besonders nach der längeren Schmalseite zu, und dort, wo sich die oben erwähnten Ausbuchtungen befinden, verschwinden sie fast vollständig. Bemerkenswert ist, dass die an den schmalen Seiten des Trapezes befindlichen Zellen an jeder Seite verschieden lang sind, und dass der nach der dunklen Linie zu gelegene Teil der Zelle heller ist. Allerdings verschwindet dieser Unterschied, jemehr man nach der Mitte der Längsseiten des Trapezlumens zu fortschreitet. In den Ecken sieht man auch schon einzelne Haare von den Zellen ausgehend in das Lumen des Rückenmarkkanals hineinragen.

Betrachten wir uns nun die schmalste Seite des Präparats mit $^1/_{12}$ Oelimmersion, so bemerken wir, dass die eben erwähnten Haargebilde deutlich aus den Zellen entspringen. Die den Rückenmarkkanal begrenzenden Epithelzellen haben bei dieser Vergrösserung eine mehr oder weniger flaschenförmige Gestalt; sie sind 0,04 mm lang entspringend auf 0,0036 mm breiter Basis. Dahinter verengen sie sich um sich dann später wieder flaschenförmig zu erweitern. In diesem Teile liegt der Kern, welcher langgestreckt ist und fast ganz den mittleren Teil dieses Zellabschnittes ausfüllt. Er berührt seitlich fast die Zellenwandung und lässt unten nur einen schmalen, sichelförmigen, plasmatischen Abschnitt frei, dabei heben sich die Randpartien des Kerns deutlich dunkel von dem Zellplasma ab. Wir sehen einen von einer ganz fein granulierten Masse ausgefüllten Teil in dem grosse, rundliche Körnchen eingelagert sind. Aus diesem Grunde erscheint auch bei schwacher Vergrösserung der unterhalb des Kernes gelegene Zell-

abschnitt dunkel. Der oberhalb des Kerns gelegene halsartige und dann weiterhin verbreiterte Zellteil ist von einem Plasma erfüllt, das stark längsgestreift ist. Sieht man genauer zu und verfolgt die einzelnen Streifen, so bemerkt man, dass sie die oben erwähnte dunkle Linie durchsetzen und als Fäden in das Lumen des Kanals hineinragen. Zwischen den einzelnen Fasern innerhalb der Zellen liegen feinste Körnchen, die im Gegensatz zu denen des Kernplasmas nicht dunkel, sondern gelblich erscheinen. Die erwähnte dunkle Linie verliert bei Oelimmersion ihre Kontinuität, sie erscheint aus zahlreichen dunklen Punkten zusammengesetzt und stellt die von den Autoren beschriebene Basal- resp. Centralkörperphalanx dar. Ausserhalb dieser sieht man dann noch einen ganz kleinen plasmatischen Saum entlang ziehen. Auf jede Zelle kommen in dieser Region ungefähr 4—5 Körperchen. Gehen wir nun an den Längsseiten entlang und betrachten die dort liegenden Zellen, so bemerken wir, dass die in das Lumen hineinragenden Haare bald verschwinden nachdem sie schon vorher immer kürzer geworden sind. Dem schon bei schwächerer Vergrösserung sichtbar veränderten Aussehen dieser Zellen entsprechend ist auch bei Immersion ihre Struktur eine andere als die eben beschriebene. Mit der veränderten Zellgestalt hat auch der jeweilige Kern sein Aussehen verändert. Es finden sich allmählich alle Uebergänge von der langgestreckten, ovalen bis zur rundlichen, kugelförmigen Gestalt; die Zellen selbst haben ihre Flaschenform mehr oder weniger eingebüsst. Der zwischen den Zellen liegende Raum, der früher manchmal fehlte, ist hier merklich grösser geworden. Die Körperchen sind hier weiter von einander gerückt, sodass an dieser Stelle bei schwacher Vergrösserung der schwarze Grenzsaum (Ba-

salkörperphalanx) undeutlicher ist. Man findet zuerst nur drei und späterhin nur zwei in jeder Zelle, auch diejenigen, bei denen die Fortsätze vollständig geschwunden sind lassen immer noch zwei solcher erkennen. Wenn man berücksichtigt, dass man hier eine verhältnismässig dünne Schnittfläche vor sich hat, so darf man sich auch nicht wundern, wenn in einzelnen Zellen diese Körperchen scheinbar vollständig ausgefallen sind.

Das andere, breitere Ende des Kanals zeigt ein ähnliches Verhalten, nur vermisse ich die zahlreichen Härchen, es sind weniger zu sehen, dagegen ist die dunkle Linie hier wieder deutlicher sichtbar.

2) Meerschwein. (Figur 4.)

Wesentlich anders als das soeben beschriebene Bild bietet sich ein Schnitt dar welcher aus dem Rückenmark dicht unterhalb des verlängerten Markes eines Meerschweinchens stammt. Auch hier ist der Rückenmarkskanal ein langgestreckter Spalt nur mit dem Unterschied, dass die Ecken nicht abgestutzt sind wie beim Menschen sondern spitz erscheinen. Die Seitengrenzen sind leicht geschwungen, sodass der ganze Spaltraum mehr die Gestalt eines lang gestreckten Ovals hat. Die Grenze gegen die Substanz des Rückenmarks hin wird durch eine Zellenreihe gebildet, deren Elemente ziemlich gleichmässig verteilt sind, und die auch an den Ecken ein nicht so verschiedenes Aussehen von den seitlichen bieten, wie wir dies bei dem menschlichen Präparat gesehen haben. Der Längsdurchmesser dieser Zellen beträgt durchschnittlich 0,013, der Querdurchmesser 0,006 mm. Die Kerne erscheinen schon bei schwächster Vergrösserung, sie sind also verhältnismässig gross, und man sieht dann auch bei mittelstarker Vergrösserung, dass sie den grössten Teil der zu ihnen gehörenden Zel-

len ausfüllen. Bei dieser Vergrösserung bemerkt man auch die schwarze Linie, die aber hier niemals kontinuierlich, sondern immer deutlich aus Punkten zusammengesetzt ist. Nur in einer Weise findet sich eine Uebereinstimmung mit dem menschlichen Präparat, nämlich darin, dass die Kerne der die Spitzen des Ovals einsäumenden auch etwas längeren Epithelzellen mehr lang gestreckt sind als die an den Seiten. Ich will dabei nicht unerwähnt lassen, dass solche Kerne sich auch an den Seiten vorfinden, dass ihre Längsachse dann aber parallel mit der Lumengrenze verläuft, während bei dem menschlichen Präparat sie senkrecht dazu stand. Die Körperchen, von denen man hier nie mehr als zwei in einer Zelle sieht, falls sie überhaupt sichtbar sind, sind hier von dem freien Rande ziemlich weit fortgerückt und liegen mehr in der Nähe der Kerne. Von Flimmern konnte ich nichts entdecken.

3) Maus. (Figur 8.)

Aehnlich wie beim Meerschwein ist auch das Ependym des Rückenmarkkanals bei der Maus. Bei einem Schnitt durch das Brustmark erscheint der Rückenmarkskanal als ein Oval, bei dem so schroffe Uebergänge wie beim Menschen und Meerschweinchen fehlen. Die Epithelzellen, welche 0,012 lang und ca. 0,0036 mm breit sind, umgeben ihn ziemlich regelmässig und zeigen auf einen ziemlich regelmässigen Bau, sie sind hier mehr lang gestreckt, haben aber nirgends einen merklichen Zwischenraum, sie bilden gewissermassen einen kontinuierlichen Kranz. Der grosse ovale oder kugelförmige Kern liegt in dem vom Lumen abgewandten Zellabschnitt und füllt ihn so aus, wie wir es bei dem Menschen kennen gelernt haben; er ist fein

granuliert und hat unregelmässig grössere und kleinere Kernkörperchen. Der nach dem Lumen zu gelegene, fast die Hälfte der Zellen ausmachende Abschnitt, zeigt wieder den streifigen Charakter jedoch ohne Härchen in das Lumen zu entsenden. Dazu treten hier fast regelmässig in jeder Zelle nahe der Grenze zwei grössere Centralkörperchen auf, die mit denen der banachbarten Zellen zusammen die bekannte Punktreihe ausmachen. Mit den Zellen des menschlichen Rückenmarks haben die Zellen aus vorliegendem Präparat auch noch die Aehnlichkeit, dass hier an einzelnen Stellen die Flaschenform zu Tage tritt, nur mit dem Unterschied, dass, weil die Zwischenräume fehlen, diese nicht leicht zu sehen ist, und dass andererseits der Halsteil sich nicht so scharf gegen den kernhaltigen absetzt. Es findet sich bei ihnen nur eine ziemlich flache Einschnürung.

Bei dieser Gelegenheit will ich noch auf etwas aufmerksam machen was vielleicht zu einer Selbsttäuschung Anlass geben könnte. Bei diesem Präparat liegt der Zellschicht im Lumen ringförmig eine Substanz auf, die sich ähnlich wie das Zellplasma färbt und leicht einen Flimmersaum vortäuschen kann. Man erkennt jedoch beim Vergleichen mit anderen Präparaten, dass man es mit einer zufälligen Erscheinung zu tun hat, die dadurch hervorgerufen wird, dass der Inhalt des Rückenmarkkanals geronnen ist und sich direkt auf dem Ependym niedergeschlagen hat.

In Bezug auf das feste Gefüge der den Rückenmarkkanal umschliessenden Epithelzellen stimmen nun alle noch folgenden Tiere überein. Das Lumen des Kanals zeigt sich entweder kreisrund, oval oder keilförmig mit einem fest gefügten Kranz von Zellen umgeben die mehr oder weniger lang gestreckt sind,

4) Taube. (Figur 3.)

Betrachten wir weiterhin einen Querschnitt durch das Rückenmark der Taube in der Höhe der Brust, so sehen wir den Querschnitt des Rückenmarkkanals spaltmässig. Die Enden erscheinen gleichmässig zugespitzt. Auch hier sind die Zellen gegen das Lumen hin durch eine feine dunkle Linie begrenzt, die diesmal nicht von einer Körnchenreihe herrührt. Diese Linie stellt die äusserste Grenze nach dem Lumen hin dar. Unterhalb dieser Linie liegen nun im gleichen Abstand von ihr eine Reihe von grossen dunkelgefärbten Punkten, die Centralkörper, sodass der Eindruck hervorgerufen wird als ob ein kleines Stück von der Grenze entfernt das ganze Ependym von einer Perlenschnur durchzogen ist. Die Epithelzellen sind hier verhältnismässig gross, sie haben durchschnittlich eine Länge von 0.0026 mm und eine Breite von 0,003 mm. Wir finden auch hier an den Ecken des Lumens die längsten vor. Der bläschenförmige, rundliche Kern liegt im untersten Zellabschnitt.

Das Plasma ist fein gekörnt und fast gleichmässig gefärbt, nur in der Nähe des Kerns macht sich auf der nach dem Lumen zu gerichteten Seite eine dunklere Färbung in Form eines Kegels bemerkbar, der nach der freien Zellfläche zu in einzelnen Zellen sich langsam verjüngt oder mehr oder weniger bis an die Oberfläche heranragt. Alle Zellen des Epithels zeigen diese Gebilde nicht, und es handelt sich hier wohl nur um eine dichtere Plasmaanhäufung. Bei dem manchmal etwas streifigen Aussehen des Plasmas in diesen Zellen kann leicht der Eindruck hervorgerufen werden als ob dem Kern ein Kegel von aneinander gereihten plasmatischen Fasern aufsitzt. Da jedoch diese Erscheinung, wie schon

oben erwähnt, nur ganz vereinzelt auftritt, so ist wohl ausgeschlossen, dass wir es hier mit einem besonders ausgeprägten Bestandteil der Zellen zu tun haben, dass also ein Vergleich mit dem beschriebenen Fadenkegel von Fuchs (14) unzulässig ist. Dort wo am freien Ende der Zellen die Grenzen besonders deutlich sind, erkennen wir, dass von den dunklen, schwarzen Punkten je zwei einer Zelle angehören. Wenngleich die Kerne im allgemeinen mehr rundlich erscheinen, so sind doch hier und da noch Zellen eingestreut, die sehr schmal sind und infolgedessen einen lang gestreckten, im Querschnitt lang ovalen Kern besitzen.

5) Eidechse. (Figur 6.)

Der Querschnitt des Rückenmarkkanals aus der Brustgegend einer Eidechse zeigt eine mehr rundliche Form. Von der Taube findet sich hier, was die Zellen anbelangt, insofern eine Abänderung, als sie viel mehr lang gestreckt sind, nicht so eng aneinander liegen und nicht gerade verlaufen. Deshalb sieht man auf einem Querschnitt ausser Längsschnitten von Zellen, die direkt dem Lumen anliegen, hinter diesen noch Querschnitte von Zellen, die entweder höher oder tiefer den Rückenmarkkanal erreichen. Man kann sich deshalb von der Gestalt dieser Zellen nur an Schnittserien ein gutes Bild machen. Ab und zu gelingt es auch, eine Zelle ganz der Länge nach zu treffen, dann sehen wir, dass ihre Gestalt hier mehr flaschenförmig ist. In dem Aufbau weichen sie wenig von dem vorher beschriebenen ab. Der Kern ist auch hier verhältnismässig gross und liegt in dem dem Lumen abgewandten Zellabschnitt. Auch eine dunkle, plasmatische Färbung nach dem freien Rande hin liess sich nachweisen, aber auch hier handelt es sich nur um zufällige Plasmaanhäufungen. Die Cen-

tralkörperreihe tritt hier noch deutlicher als bei der Taube hervor, indem ihre Elemente hier mehr lang gestreckt sind. Es gelang mir jedoch nie mehr als zwei solcher Körperchen in jeder Zelle zu entdecken.

6) Barsch. (Figur 7.)

Ganz kreisrund stellt sich mir der Querschnitt des Rückenmarkkanals beim Barsch dar. In der Struktur stimmt der Bau der Epithelzellen mit denen der Eidechse überein, sodass ich bezüglich der Einzelheiten darauf verweisen kann. Bemerken will ich jedoch noch, dass sich auch hier deutlich die Centralkörperchen in der Zweizahl nachweisen liessen, nur waren sie erheblich kleiner.

b) Verlängertes Mark und Rautengrube.

Ausser aus der Brustgegend des Rückenmarks hatte ich auch andere Teile bei den eben beschriebenen Tieren untersucht und gefunden, dass im allgemeinen der Rükkenmarkskanal in Bezug auf das Epithel überall dasselbe Aussehen hatte, wenigstens überall denselben Eindruck machte. Nach vorn hin, nach dem verlängerten Mark zu, ändert sich das Lumen des Rückenmarkkanals. Es wird grösser und bei allen Formen übereinstimmend rundlich..

1) Taube. (Figur 1, 1 a und 5.)

Ein besonders schönes Bild liefert mir die Taube, welche ich in Figur 5 abbilde. Die Zusammensetzung des Epithels ist, wie man sich leicht überzeugen kann, noch dieselbe, nur haben durch die kreisrunde Anordnung der Zellen an den Kanal die einzelnen Elemente mehr an Gleichmässigkeit gewonnen. Es zeichnen sich nicht wie bisher die dann an den Ecken liegenden Zel-

len durch besondere Länge aus. Auch in Betreff der Centralkörperchen ist keine Aenderung vorgegangen, nur schienen sie mir etwas grösser zu sein, als ich sie vorher beim Rückenmark der Taube beschrieben habe. Auch hier kommen jeder Zelle zwei zu.

Erst weiter nach vorn zu in der Rautengrube sehen wir das Epithel sich ändern. Die Rautengrube stellt bei der Taube im Querschnitt einen Trichter dar; der obere breitere Teil des Trichters ist von flachen Epithelzellen begrenzt, die erst an der Stelle ein anderes Aussehen anzunehmen beginnen, wo der breite Teil in den schmalen Kanal übergeht. Dieser erweitert sich nach unten hin allmählich, spitzt sich aber dann plötzlich unten zu, sodass ein fast rechter Winkel gebildet wird.

Am tiefsten Grunde dieses langen Schlitzes, also an der Spitze des eben erwähnten Winkels, sitzen nun die längsten Epithelzellen mit einer durchschnittlichen Länge von 0,032 mm und einer Breite von 0,007 mm; sie zeigen hier einen ähnlichen Bau, wie wir ihn vom Menschen an den Ecken des Centralkanals beschrieben haben. Ihre Gestalt ist flaschenförmig. Die Kerne, die in dem untersten Abschnitt sitzen, sind lang gestreckt oval und nehmen auch hier fast den ganzen Innenraum der Zelle ein, indem sie seitlich an die Zellgrenzen stossen und nur an der dem Lumen abgewandten Seite einen sichelförmigen, freien, plasmatischen Raum lassen. Solche Epithelzellen säumen nun den ganzen eben näher beschriebenen Spalt ein, nur mit dem Unterschied, dass sie nach dem freien Zellrand immer kürzer werden und schliesslich in die oben beschriebenen Epithelzellen, die den breiten Teil des Trichters umgrenzen, übergehen. Die Abnahme der Länge der Zellen im untersten, durch den spitzen Winkel abgeschlossenen Teil ist eine verhältnismässig geringe. An der breitesten Stelle des un-

teren Durchmessers, dort wo der rechte Winkel ansetzt, sind sie am längsten, sie nehmen jedoch dann schnell an Grösse ab. Bei einzelnen lässt sich noch eine flache Flaschenform erkennen. Mit der Aenderung in der Länge der Zelle ist auch eine solche mit der Gestalt des Kernes vorgegangen. Die Kerne zeigen einen immer mehr rundlichen Querschnitt bis derselbe ganz kreisförmig wird. Kurz unterhalb der Stelle, wo die Epithelzellen mit ihrer freien Basis an den Innenraum stossen, zieht sich auch hier wieder kontinuierlich eine dunkle Linie hin, die sich bei näherer Betrachtung in Körnchen auflöst. Jedoch ist die Anzahl, welche wir in den einzelnen Zellen treffen, eine sehr verschiedene. In den Zellen an der tiefsten Stelle sehen wir fünf bis sieben. Gehen wir die Seiten entlang, so bleibt zuerst die Anzahl der Körnchen ziemlich konstant, nimmt dann allmählich ab, um schliesslich an der Stelle, wo der untere, schlitzförmige Teil der Rautengrube sich trichterförmig öffnet, konstant bis auf die Anzahl zwei herabzusinken. Wir haben es also auch hier mit der Basal- oder Centralkörperphalanx zu tun.

Der Innenraum des schlitzförmigen Teiles zeichnet sich besonders von dem darüberliegenden trichterförmigen aus, als dort von jeder Epithelzelle eine grössere Anzahl von längeren oder kürzeren Wimpern hereinragen. Analog der Länge der Zellen ist auch die Länge der Wimpern. Gleich an der Umbiegungsstelle gehen die Wimpern verloren. Ebenso wie die Länge ist auch die Anzahl der Wimpern verschieden. Wir sehen, dass die Zellen, die länger sind und viele schwarze Körperchen haben, mehr Wimpern besitzen als die kürzeren mit weniger Körperchen. Die Wimpern verschwinden an der Stelle, wo die Epithelzellen auftreten die konstant nur zwei Körperchen aufweisen.

2) Meerschweinchen. (Figur 2.)

Betrachten wir einen ähnlichen Schnitt, welcher durch die Rautengrube des Meerschweinchens geht, so gleicht das Bild im allgemeinen dem, das wir von der Taube bekommen haben. Der Winkel, den die tiefste Stelle der Rautengrube bildet ist kein rechter sondern ein spitzer. Auch was die Masse anbetrifft besteht eine gewisse Uebereinstimmung. Nur an der Stelle, wo der schmale Spalt in den Trichter ausgeht, lässt sich ein gewisser Unterschied feststellen, indem hier eine kurze Ausbuchtung folgt, ehe die breiten Ränder des Trichters auftreten.

Die schwarze Punktlinie hebt sich bei diesem Präparat besonders deutlich ab, sie ist breiter und wir erkennen, dass es sich hier nicht um Punkte sondern um deutliche dunkle Striche handelt, die kleinen Keilen ähnlich sehen, deren dickeres Ende den Zellenden, deren spitzes dem Lumen zugekehrt ist. Jedoch zeigt sich diese Keilform am deutlichsten nur an der Basis der Grube, nach den Seiten zu geht sie in die rundliche Form über um schliesslich dieselbe vollständig beizubehalten. Auch über die Wimperanordnung lässt sich nichts anderes als bei der Taube sagen. Die kegelförmige plasmatische Struktur, besonders bei dem über den Kernen gelegene Zellteil, ist hier deutlich zu sehen, sonst mag das von der Taube gesagte gelten.

IV.

Schlussfolgerungen.

Fassen wir nun die Resultate der vorhergehenden Beobachtungen zusammen, so ist zunächst die Frage zu entscheiden, ob wir die beschriebenen Körperchen,

welche die Punktreihe zusammensetzen, als Central- oder als Basalkörperchen oder als etwas anderes anzusehen haben. Folgt man der Ansicht von Maier (52), so ist eine Deutung der gefundenen Tatsachen sehr schwer, da auch er einen Unterschied zwischen Centrosomen und Basalkörperchen macht. Aus meinen Befunden geht hervor, dass in den verschiedenen Epithelzellen eine verschiedene Anzahl Körperchen vorkamen, die zwar nach Art der Individuen verschieden, aber innerhalb eines Individuums dieselbe Struktur aufwiesen. Ich fand dieselben sowohl bei flimmertragenden Zellen, wie bei solchen, die diese entbehrten. Maier (52) sucht nun, wie ich in der Einleitung erwähnt habe, die Verschiedenartigkeit zwischen Central- und Basalkörpern dadurch zu beweisen, dass die Wimperinfusorien zwar der Centralkörperchen entbehren, aber andererseits solche aufweisen, welche als Basalkörperchen beschrieben sind. Seiner Ansicht nach liegt schon in dieser Tatsache der Grund für eine Verschiedenheit. Das Fehlen der Centrosomen trotz der bei der Zelleinteilung auftretenden Mitosen sucht er sich einfach so zu erklären, dass die fehlenden Centrosomen in anderer Form in der Zelle enthalten sein müssen und auch darin, dass die Protozoen, wenngleich sie nur eine Zelle repräsentieren, doch als Individuen eine höhere Stufe einnehmen. Gerade dieser Grund von Maier (52) scheint mir jedoch eine Stütze für die von v. Lenhossek (27,29) - Henneguy (23) aufgestellte und von Benda (4) wahrscheinlich gemachte Theorie zu sein. Joseph (51) trägt dieser Tatsache auch schon in seiner Arbeit, in der er die Giltigkeit der v. Lenhossek (27,29) - Henneguy'schen (23) Lehre, dass die Basalkörper der Cilien aus dem Centrosom entstehen, von neuem nachweist, Rechnung. Denn gerade die hohe Organisa-

tion der Ciliatenzelle lässt diese zum Vergleich ungeeignet erscheinen. Man könnte eben so gut auch zu einem entgegengesetzten Standpunkt kommen. Meine Untersuchungen, die ich an lebenden Balantidien anstellte, bestätigen zwar die Resultate Maiers (52), aber sie konnten aus den oben angeführten Gründen die Annahme der Identität zwischen Centrosomen und Basalkörpern doch nicht erschüttern.

Nehmen wir wirklich an, dass zwischen den erwähnten Elementen ein Unterschied ist, und dass sie in keinen Zusammenhang zu bringen sind, so ist das Verhalten der Epithelzellen in den von mir beschriebenen Tieren vollständig unerklärlich. Ich sah bei meinen Präparaten allerdings immer einen Unterschied in der Anzahl der Körperchen in den denjenigen Zellen, welche Flimmern trugen und denen, bei welchen sie fehlten; die Anzahl der Körperchen in den cilientragenden Zellen war nicht die gleiche, sie nahm mit der der Cilien ab. So fand ich, soweit es sich um die Rautengrube handelte, immer diejenigen Stellen des Präparates am meisten mit solchen Körperchen angefüllt wo Zellen mit vielen Cilien vorhanden waren. Die Anzahl beider nahm allmählich ab bis dahin, wo sich nur immer zwei Körperchen in einer Zelle vorfanden, dort hörten die Geisseln auf. Ich fand niemals cilientragende Zellen, die nur zwei solcher Körperchen enthielten. Diese beiden kann man oder vielmehr muss man dann als diejenigen Gebilde ansehen welche als Centrosomen beschrieben sind.

Wäre nun die Ansicht von M a i e r (52) und dessen Vorgängern richtig, dass Centrosomen und Basalkörper verschieden sind, so müssten sich, zumal es sich ja hier nicht um Ciliaten handelt, in den mit Cilien besetzten Zellen Basalkörper nachweisen lassen, ohne

welche eine bewimperte Zelle ja nicht denkbar sein soll. Es gelang mir jedoch nicht in den Haarzellen ausser den oben beschriebenen Körnchen noch andere nachzuweisen. Dies wäre schon aus dem Grunde nötig gewesen, weil in der Lagerung der Basal- und Centralkörper ein Unterschied sein soll. Die Basalkörper werden als in der Zelloberfläche gelegen beschrieben, während die Centralkörper mehr oder weniger tief im Zellleibe ihre Lage haben sollen. Demnach hätten sich also in den von mir beschriebenen cilientragenden Zellen unterhalb der Körnchenreihe noch andere Körnchen finden müssen, die dann als Centralkörper anzusehen gewesen wären. Dies war jedoch nicht der Fall. Hätte es sich um Schnitte gehandelt die nach Willkür ausgesucht wären, dann könnte man glauben, dass vielleicht die mit Basalkörpern versehenen Schnitte ausgefallen wären. Da ich jedoch von allen Tieren auch Serienschnitte anfertigte, so hätten mir, bei der Vortrefflichkeit der Weigert-Benda'schen Methode, diese nicht entgehen können.

Aber noch ein anderer Punkt ist es, der auf Grund meiner Präparate mich zur Gewissheit kommen lässt, dass Centralkörper und Basalkörper identisch sind, nämlich die gleichartige Lagerung der Körnchen in den verschiedenen Zellen. Bei den mit Cilien versehenen hätten die Körnchen immer direkt an der Zellgrenze liegen müssen. Bei einer Reihe von Tieren fand ich jedoch, dass die Körnchenreihe von dem freien Zellrande in das Innere gerückt war, sodass ein freier plasmatischer Rand übrig blieb, dessen Grenze sich durch eine besondere dunkle Linie gegen das Innere des Centralkanals abgrenzte. Eine Verschiedenheit liess sich also nicht nachweisen, die Körper trugen einmal den Charakter der Basal- und das andere Mal den der Cen-

tralkörper. Dies würde auch mit den Beobachtungen von Ballowitz (2) übereinstimmen, welcher Basalkörper beschreibt, die eine Strecke vom freien Zellrande abgerückt sind. Aus meinen Präparaten lässt sich also ein Unterschied zwischen Basal- und Centralkörpern nicht herleiten, sowohl bei flimmertragenden wie bei nicht flimmertragenden Zellen lagen diese Körper immer an derselben Stelle im Zellleibe. Es ändert daran selbstverständlich nichts, wenn man auch in den flimmerlosen Zellen die Körperchen als blosse Centralkörper bezeichnet. Bei den flimmertragenden Zellen hat sich neben der misotischen Tätigkeit dann noch die andere geltend gemacht auch als motorisches Centrum zu fungieren, was sich dann dadurch ausdrückt, dass wir in ihnen die Körperchen in einer grösseren als Zweizahl antreffen und wahrscheinlich in einer solchen die der Anzahl der Cilien entspricht. Dabei ist natürlich nicht ausgeschlossen, dass es trotz alledem Zellen geben kann, die neben Körperchen, welche eine rein motorische Tätigkeit haben, solche vorkommen, von denen die Mitose ausgeht. Dafür spricht die Beobachtung von Benda (4), der einmal sah, wie Basalkörperchen sich aus einem Centrosomenballen in einem Gliasarcom entwickelten. Aber in diesem Falle sind dann beide Ele- als die Derivate von ein und derselben Grundsubstanz anzusehen.

Die Stüze für diese Meinung liegt eben auch in meinen Präparaten, nach denen es echte Flimmerzellen ohne ausgesprochene Centralkörperchen geben muss, und so ist die Hinfälligkeit des von Maier (52) gemachten Einwandes bewiesen.

Was nun die Ansicht von Fuchs (14) anbetrifft, nämlich, dass die im Ependym vorkommenden, echten flimmerzellenähnlichen Gebilde keine Flimmerzellen

sind, so kann ich jetzt auf Grund der von mir an lebendem Material gemachten Beobachtungen behaupten, dass echtes Flimmerepithel im Centralnervensystem ganz unbedingt vorkommt; insofern allerdings kann ich Fuchs (14) Recht geben, dass im eigentlichen Centralkanal Flimmerzellen fast gänzlich fehlen, aber wo sich solche finden es sich nicht um Hygrophoren handelt.

Persönlich habe ich zwar aus dem Centralkanal keine lebenden Flimmerzellen zu Gesicht bekommen, jedoch zeigten sie konserviert dieselbe Struktur, z. B. beim Menschen, wie diejenigen Zellen aus der Rautengrube, die ich flimmernd gesehen habe. Auch hier macht sich der Unterschied in der Körnchenzahl zwischen den wimpern- und nicht wimperntragenden Zellen bemerkbar. Morphologisch habe ich also die Anforderung, die Fuchs (14) an die Flimmerzelle stellt, vollständig erfüllt indem ich die Basalkörperphalanx nachgewiesen habe. Dass die physiologische Charakteriserung der Flimmerzelle nicht damit abgeschlossen ist, wurde in der auf den Fuchs'schen (14) Vortrag folgenden Diskussion von Benda (14) bereits betont, und auch ich kann behaupten, dass in dieser Hinsicht Fuchs (14) völlig widerlegt ist.

Meine Untersuchungen werden auch noch in anderer Hinsicht den Anschauungen gerecht, dass im Centralnervensystem Flimmerepithel vorkommt. Untersucht man lebendes Material, so bezeichnet man, wie Benda (14) in Entgegnung auf den Vortrag von Fuchs (14) richtig angab, als Flimmerepithel das was in Wirklichkeit flimmert. Herr Professor Benda ist selbst Zeuge dafür gewesen, dass sich bei den aus der Rautengrube des Frosches, Meerschweinchens und Taube herauspräparierten Epithelstücken eine Flimmerbewegung zeigte

genau so, wie am Mantelrand der Anodonta. Die Wimpern waren deutlich sichtbar, doch war ein Konservieren aus den schon oben angeführten Gründen nicht möglich. Dass die Cilien auch beim Menschen vorkommen, beweist die Beobachtung von Leydig an der Leiche eines Hingerichteten (Würzb. Verh. V. S. 18) u. (54).

Ich glaube also den einwandsfreien Beweis erbracht zu haben, dass einerseits die Fuchs'sche (14) Behauptung hinfällig ist, dass im Centralnervensystem echtes Flimmerepithel nicht vorkommt, und andererseits die neuen Einwände zurückgewiesen zu haben, die gegen die v. Lenhossek (27,29) -Henneguy (23) -Benda'sche (4) Ansicht von der Identität zwischen Central- und Basalkörpern geltend gemacht wurden.

Als unumgänglich notwendig für echtes Flimmerepithel sind dann noch eine Reihe von Bildungen beschrieben worden, so z. B. von Fuchs (14) der Fadenknäul der Wimperzelle. In meinen Präparaten fand ich solche Bildungen nicht. Ueberall da wo solche vorhanden zu sein schienen erwiesen sie sich als zufällige Bildungen. Das Plasma zeigte ja unterhalb der Körnchenphalanx manchmal eine streifige Bildung, jedoch konnte nie ein Zusammenhang zwischen dieser und den Wimpern nachgewiesen werden.

Es liegt mir nun noch die angenehme Pflicht ob, Herrn Professor Dr. Benda, Berlin, für die im reichsten Masse erwiesene Anregung bezw. für die wertvolle Hülfe bei dieser Arbeit meinen herzlichsten Dank auszusprechen.

Gleichzeitig bin ich Herrn Professor Dr. Studer, Bern, für das meinen Untersuchungen entgegengebrachte Interesse und die freundliche Aufnahme meiner Arbeit zu ganz besonderem Danke verpflichtet.

Litteraturverzeichnis.

1. Apathy, St. (1897): Das leitende Element des Nervensystems und seine topographischen Beziehungen zu den Zellen. Mitteilungen aus der zoolog. Station zu Neapel. XII. Bd. (1897), p. 495—748, Taf. 23—32.
2. Ballowitz, E.: Notiz über die oberflächliche Lage der Centralkörper in Epithelien. Anat. Anz., Bd. XIV, 1898.
3. Benda, C. (1899): Weitere Mitteilungen über die Mitochondria. Arch. f. Anat. u. Physiol. (Phys. Abt.) 1899, p. 376—383.
4. — (1901): Ueber neue Darstellungsmethoden der Centralkörperchen und die Verwandtschaft der Basalkörper der Cilien mit Centralkörperchen. Arch. f. Anat. u. Physiol. (Phys. Abt.) 1901, p. 147—157.
5. Boveri, Th. (1901): Ueber die Natur der Centrosomen. Zellenstudien Heft 4. Jena (Fischer), 1901.
6. Eberth: Zur Kenntnis des feineren Baues der Wimperepithelien. Virchow-Archiv, 35. Bd., p. 477, 1866.
7. Eichorst: Ueber die Entwickelung des menschlichen Rückenmarks und seiner Formelemente. Virchow, Hirsch.

8. Eimer, Th. (1877): Weitere Nachrichten über den Bau des Zellkerns, nebst Bemerkungen über Wimperepithelien. Arch. f. mikroskop. Anatomie. XIV. Bd. (1877), p. 94—118, Taf. VII.

9. Erlmond, J. (1900): Ueber die Natur der sogenannten kinetischen Centren der Zellen. Verh. d. anatom. Gesellsch. in Pavia (1900), p. 125 - 140, 5 Fig.

10. Engelmann, Th. W. (1880): Zur Anatomie und Physiologie der Flimmerzellen. Pflügers Archiv f. d. ges. Physiol., XXIII. Bd. (1880), p. 595 - 535, Taf. V.

11. Fischel, A. (1900): Zur Histologie der Urodelen-Cornea und des Flimmerepithels. Anatomische Hefte, XV. Bd., Heft 2 (1900), p. 231—266, Taf. XXVII.

12. Frenzel, J. (1886): Zum feineren Bau des Wimperapparates. Archiv für mikroskop. Anatomie. XXVIII. Bd. (1886), p. 53—80, Taf. VIII.

13. Friedreich (1858): Einiges über die Struktur in Cylinder- und Flimmerepithelien. Virchows Archiv, XV. Bd. (1858), p. 535—539.

14. Fuchs: Ueber das Ependym. Anatom. Anzeiger 1902.

15. Fürst, C. M. (1900): Haarzellen und Flimmerzellen. Anat. Anz., XVIII. Bd. (1900), p. 190 - 203, 6 Textfiguren.

16. Gaule: Das Flimmerepithel der aricia foetida. Archiv f. Physiol. 1881.

17. Gurwitsch, A. (1900): Zur Entwickelung der Flimmerzellen. Anat. Anz., XVII. Bd. (1900), p. 49—58, 5 Textfiguren.

18. — (1901): Studien über Flimmerzellen. Arch. f. mikr. Anat. u. Entw. LVII. Bd. (1901), p. 184—229, Taf. XI—XII.

19. —: Der Haarbüschel der Epithelzellen im Vas epididymis des Menschen. Zugleich ein Beitrag zur Centralkörperfrage in den Epithelien. Arch. f. mikroskop. Anat., Bd. LIX, 1901.

20. Hammar, J. A. (1897): Ueber Sekretionserscheinungen im Nebenhoden des Hundes. Arch. f. Anat. u. Physiol. (Anat. Abt.). 1897, Suppl.-Bd., p. 1—42, Taf. I—IV.

21. Heidenhain, M. (1896): Ueber die Mikrocentren mehrkerniger Riesenzellen, sowie über die Centralkörperfrage im Allgemeinen. Morphologische Arbeiten (Schwalbe). VII. Bd. (1897), p. 225—280, 20 Textfiguren.

22. Heidenhain, M. und Cohn, Th. (1896): Ueber die Mikrocentren in den Geweben des Vogelembryos, insbesondere über die Cylinderzellen und ihr Verhältnis zum Spannungsgesetz. Morphologische Arbeiten (Schwalbe). VII. Bd. (1897), p. 200—224, 4 Textfiguren.

23. Henneguy, L. F. (1898): Sur les rapports des cils vibratiles avec les centrosomes. Archives d'anatomie microscopique, T. J. (1898), p. 482—496, 10 Textfiguren.

24. Henry, A. (1900): Etude histologique de la fonction secrétoire de l'épididyme chez les vertébrés supérieurs. Archives d'anatomie microscopique. T. III (1899—1900), p. 229—292, Taf. XII—XIV.

25. Kölliker, A.: Entwickelungsgeschichte des Menschen. 2. Auflage, p. 853, 1878.

26. Kraft, H.: Zur Physiologie des Flimmerepithels bei Wirbeltieren. Pflgr. Archiv. Bd. 47, 1890.

27. Lenhossek, M. v. (1897): (Vorläufige Mitteilung zur Spermatogenese der Ratte.) Tübingen (privatim gedruckt) 1897.

28. — (1898 a): Ueber Flimmerzellen. Verh. der anat. Gesellsch. zu Kiel (1898), p. 106—128, 3 Textfig.

29. — (1898 b): Untersuchungen über Spermatogenese. Arch. f. mikr. Anat. u. Entw. LI. Bd. (1898), p. 215—318, Taf. XII—XIV.

30. Marchi, Beobachtungen über Wimperepithel. Archiv f. mikr. Anat., II. Bd., p. 467.

31. Mayer, S.: Zur Lehre vom Flimmerepithel, insbesondere bei Amphibienlarven. Anat. Anzeiger, Bd. XIV, 1898.

32. Meves, F. (1897 a): Ueber Centralkörper in männlichen Geschlechtszellen von Schmetterlingen. Anat. Anz., XIV. Bd. (1897), p. 1—6, 2 Textfiguren.

33. Nussbaum, M. (1877): Ein Beitrag zur Lehre von der Flimmerbewegung. Arch. f. mikr. Anat., XIV. Bd. (1877), p. 390—394, Taf. XXVII.

34. Peter, K. (1899): Das Centrum für die Flimmer- und Geisselbewegung. Anat. Anz., XV. Bd. (1899), p. 271—293, 4 Textfiguren.

35. Plenge, H. (1899): Ueber die Verbindungen zwischen Geissel und Kern bei den Schwärmerzellen der Mycetozoen und bei Flagellaten und über die an Metazoen aufgefundenen Beziehungen der Flimmerapparate zum Protoplasma und Kern. Verh. d. naturh.-medizin. Ver. zu Heidelberg, N. F., VI. Bd. (1899), p. 217—276, Taf. IV.

36. Prenant, A. (1899): Cellules vibratiles et cellules à plateau. Bibliographie anatomique, Tome VII (1899), p. 21—38.

37. — : Sur le protoplasma supérieur (Archoplasme, Kinoplasme, Ergastoplasme). Journ. de l'Anat. et de la physiol., 1898 et 1899.

38. Schmidt: Ueber eigentümliche, aus dem Flimmerepithel hervorragende Gebilde. Archiv f. mikrosk. Anat., Bd. XX., 1882.

39. Schumacher: Biologie der Flimmerzellen. Sitz.-Ber. der Akademie Wien. Bd. 110.

40. Simroth: Zur Kenntnis des Bildungsapparates der Infusorientiere. Archiv für mikr. Anat. Bd. 12, p. 51.

41. Stuart: Ueber die Flimmerbewegung, Inaug.-Dissertation Dorpat. 1867.

42. Studnicka, F. K. (1899): Ueber Flimmer- und Cuticularzellen mit besonderer Berücksichtigung der Centrosomenfrage. Sitz.-Ber. d. kgl. böhm. Gesellsch. d. Wiss. (Math.-naturwiss. Klasse). Jahrg. 1899, No. XXXV, p. 1—22, 1 Tafel.

43. —: Ueber das Ependym des Centralnervensystems der Wirbeltiere. Sitz.-Ber. d. kgl. böhm. Gesellsch. 1899.

44. —: Ueber die intercellulären Verbindungen, den sogenannten Cuticularsaum und den Flimmerbesatz der Zellen. Sitz.-Ber. d. kgl. böhm. Gesellsch. d. Wiss. in Prag, Math.-naturw. Cl. 1898.

45. —: Ueber Flimmer und Geisselbewegung. Sitz.-Ber. d. kgl. böhm. Gesellsch. 1899, p. 7, p. 22.

46. —: Untersuchungen über den Bau des Ependyms der nervösen Centralorgane. Anat. Hefte, Bd. XV, 1900.

47. Valentin: Flimmerbewegung. Handwörterbuch der Physiologie. Bd. I, p. 500.

48. Verworn, M. (1891): Studien zur Physiologie der Flimmerbewegung. Pflügers Archiv f. d. ges. Physiol. XLVIII. Bd. (1891), p. 149—180.

49. Zimmermann, K. W. (1894): (Demonstrationen über die Centralkörperchen in Epithelzellen. Vorläufige Mitteilung.) Verh. d. anat. Gesellsch. in Strassburg, 1894, p. 245.

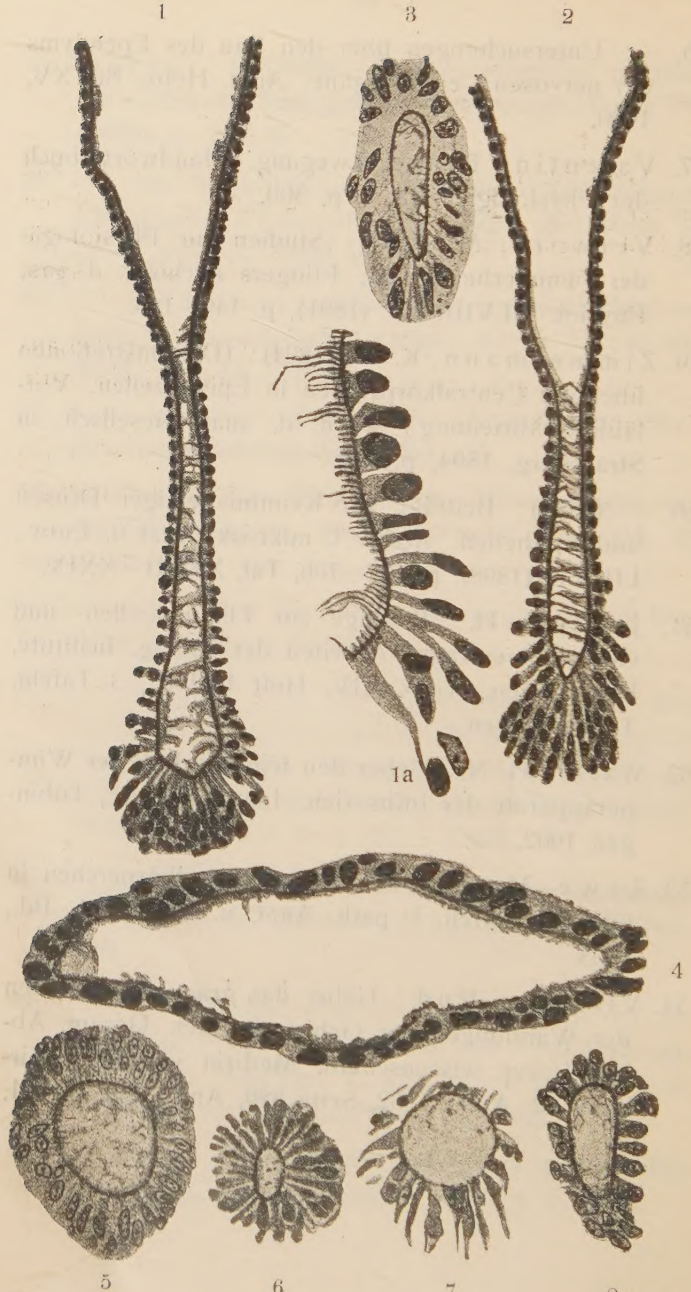
50. — (1898): Beiträge zur Kenntnis einiger Drüsen und Epithelien. Archiv f. mikrosk. Anat u. Entw., LII. Bd. (1898), p. 552—706, Taf. XXVII—XXIX.

51. Joseph, H.: Beiträge zur Flimmerzellen- und Centrosomenfrage. Arbeiten der zoolog. Institute, Univ. Wien. Tolo. XIV, Heft 1, 1902, 3 Tafeln, 3 Textfiguren.

52. Maier, H. N.: Ueber den feineren Bau der Wimperapparate der Infusorien. Inaug.-Dissert., Tübingen 1902.

53. Lewy, Heinrich: Ueber Centralkörperchen in Gliomen. Arch. f. path. Anat. u. Phys. 171. Bd., 1903.

54. Virchow, Rud.: Ueber das granulirte Ansehen der Wandungen der Gehirnventrikel. Gesam. Abhandl. zur wissenschaftl. Medizin von Rud. Virchow, 2. Aufl., 1862, Seite 889, Anm. 2 u. p. 891.


1
3
2
1a
4
5
6
7
8

Tafelerklärung.

Die Vergrösserung der Figuren entspricht Leitz Immers. $^1/_{12}$, Ocular 1 ohne Tubusauszug. Projektion in Höhe des Objekttisches; ausgenommen ist nur Figur 1 a, für welche Ocular 4 verwandt wurde, sonst wie oben.

Figur 1. Columba domestica. Flimmerepithel aus der fovea rhomboidalis, Färbung II mit Eisenalizarin Toluidinblau.

Figur 1 a. Dasselbe Präparat mit Ocular 4 bei ausgezogenem Tubus betrachtet. Basalkörperphalanx mit Flimmern deutlich sichtbar.

Figur 2. Cavia cobaya. Flimmerepithel aus der fovea rhomboidalis. Färbung III.

Figur 3. Columba domestica. Schnitt durch das Brustmark. Färbung III.

Figur 4. Cavia cobaya. Schnitt durch das Brustmark. Färbung III.

Figur 5. Columba domestica. Schnitt durch das verlängerte Mark. Färbung III.

Figur 6. Lacerta vivipara. Schnitt durch das Brustmark. Färbung III.

Figur 7. Perca fluviatilis. Schnitt durch das Brus mark. Färbung III.

Figur 8. Mus musculus (var. alba.). Schnitt d das Brustmark. Färbung III.

Inhaltsübersicht.

Historischer Ueberblick 5

Material und Methoden der Untersuchung . . . 10

Eigene Untersuchungen 14

Schlussfolgerungen 25

Litteraturverzeichnis 32

Tafelerklärung 38